



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 58 099 A 1

51 Int. Cl. 7:  
G 01 L 17/00  
B 60 C 23/04  
G 01 L 5/18  
G 01 P 9/00  
G 01 M 17/02

21 Aktenzeichen: 100 58 099.8  
22 Anmeldetag: 23. 11. 2000  
43 Offenlegungstag: 23. 5. 2002

DE 100 58 099 A 1

66 Innere Priorität:  
100 55 520. 9 09. 11. 2000

71 Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt, DE

72 Erfinder:  
Determann, Otto, 64289 Darmstadt, DE; Fennel, Helmut, 65812 Bad Soden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

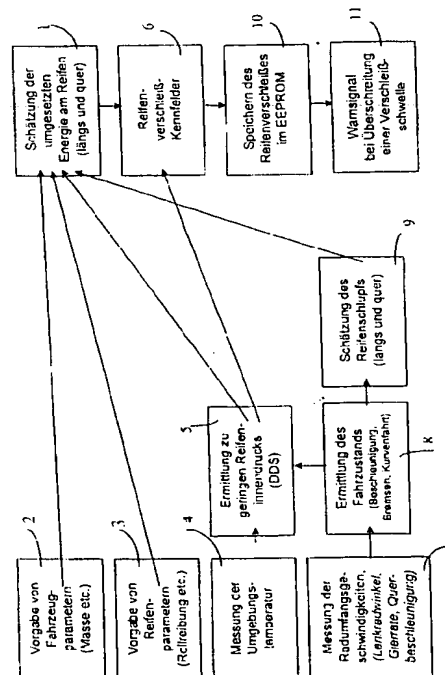
DE 198 31 732 A1  
DE 198 07 004 A1  
DE 195 23 917 A1  
DE 195 14 219 A1  
DE 44 35 160 A1  
DE 44 09 816 A1  
DE 32 36 520 A1  
EP 09 55 534 A2

JP Patent Abstracts of Japan:  
11326144 A.;  
11326143 A.;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zum Erkennen oder Abschätzen von Reifenabnutzung

57 Zum Erkennen oder Abschätzen von Reifenverschleiß (in 1, 14, 15, 15') werden während des normalen Betriebs eines Fahrzeugs fahrdynamische Größen und andere die Reifenabnutzung beeinflussende Messgrößen (in 7, 12) erfasst, gespeichert und zur näherungsweisen Erkennung des Reifenzustandes bzw. des Reifenverschleißes ausgewertet. Überschreitet der Verschleiß eine vorgegebene Schwelle, wird ein hinweis- oder Warnsignal (11) ausgegeben.  
Das Verfahren basiert im wesentlichen auf der Verarbeitung von Sensorsignalen, die auch für Fahrzeug-Regelungssysteme, wie ABS, ESP usw., benötigt werden.



DE 100 58 099 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erkennen oder Abschätzen von Reifenabnutzung oder Reifenverschleiß. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gehört ebenfalls zur Erfindung.

[0002] Die Betriebssicherheit eines Kraftfahrzeugs hängt wesentlich vom Zustand der Fahrzeugreifen ab. Die Gummischicht der Lauffläche darf nach gesetzlicher Vorschrift einen definierten Wert nicht unterschreiten. Der Verschleiß der Reifenlauffläche wird durch die am Reifen umgesetzte Energie und die Materialeigenschaften der Gummimischung weitgehend bestimmt.

[0003] Zur Ermittlung des Reifenzustandes ist man bisher auf die optische Beurteilung des Reifens beschränkt, wobei vor allem das Reifenprofil bzw. das restliche Profil an der schwächsten Stelle, die Gleichmäßigkeit der Abnutzung usw. zur Beurteilung des Reifens herangezogen werden.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein von subjektiven Einflüssen freies, zuverlässiges Verfahren zum Erkennen und Abschätzen des momentanen Verschleißzustandes eines Reifens zu entwickeln, mit dem sich ein Warnsignal bei Überschreiten einer Verschleißschwelle erzeugen lässt.

[0005] Es hat sich herausgestellt, dass diese Aufgabe mit dem im Anspruch 1 definierten Verfahren in kostengünstiger Weise gelöst werden kann. Danach besteht das Besondere der Erfindung darin, dass während des normalen Fahrzeugbetriebs fahrdynamische Größen und andere die Reifenabnutzung beeinflussende Messgrößen oder Schätzgrößen erfasst und aus diesen Näherungswerte für die Abnutzung der Reifen errechnet werden, dass die errechneten und/oder gemessenen, die Reifenabnutzung wiedergebenden Größen und Daten gespeichert und zur Erkennung oder Abschätzung des Reifenzustandes oder des Reifenverschleißes ausgewertet werden.

[0006] Die Erfindung beruht auf der Überlegung, dass sich aus den Eingangsgrößen von Kraftfahrzeug-Regelungssystemen, z. B. aus den Radsensorsignalen, ggf. unter Berücksichtigung weiterer Messwerte, die im Betrieb eines Fahrzeugs am Reifen umgesetzte Energie näherungsweise ermitteln und zur Auswertung oder Abschätzung des aktuellen Reifenzustandes oder des Reifenverschleißes auswerten lässt. Dabei können als zusätzliche Messgrößen z. B. die Außentemperatur und/oder der Luftdruck in den einzelnen Reifen zur Verschleißabschätzung herangezogen werden.

[0007] Eine Reihe von besonders vorteilhaften Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den beigefügten Unteransprüchen beschrieben. Auch bezieht sich die Erfindung auf entsprechende Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens.

[0008] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus den beigefügten Abbildungen hervor.

[0009] Es zeigen:

[0010] Fig. 1 in Form eines Charts die wichtigsten Funktionsblöcke einer Vorrichtung oder eines Programms zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer Ausführungsart der Erfindung und

[0011] Fig. 2 bis Fig. 4 in gleicher Darstellungsweise weitere Varianten der Erfindung.

[0012] Die Charts nach Fig. 1 bis Fig. 4 veranschaulichen verschiedene Wege zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens. In allen Fällen wird das Vorhandensein eines elektronischen Systems vorausgesetzt, welches elektrische Sensorsignale empfangen und aufbereiten kann. Zweckmäßigerweise werden in einem Mikroprozessorsystem die Informationen verarbeitet, gespeichert und ausgewertet.

Schließlich werden elektrische Signale erzeugt, die den Verschleiß oder die Abnutzung des Reifens wiedergeben und das Überschreiten einer Verschleißschwelle signalisieren.

[0013] Die Erfindung führt zu einer Erweiterung der Funktionalität eines ABS- oder ESP-Reglers unter Nutzung der vorhandenen Eingangsdaten und der ohnehin für die Fahrzeug-Regelungssysteme benötigten Rechenprozesse. Es kommen sowohl Regelungssysteme und Rechenprozesse in Frage, die auf der Messung des Raddrehverhaltens mit Raddrehzahlsensoren beruhen, als auch solche Systeme, bei denen die Reifenkräfte mit sogenannten SWT-Sensoren (Side Wall Torsion-Sensoren) oder anderen geeigneten Kraftmesseinrichtungen erfasst und als Eingangsgrößen des Regelungssystems ausgewertet werden.

[0014] Es erfolgt ein Hinweis oder eine Warnung an den Kraftfahrzeug-Führers auch im Falle vernachlässigter Sichtprüfung auf Reifenverschleiß oder im Falle allzu langer Wartungsintervalle. Die Betriebssicherheit des Fahrzeugs wird durch die Einbeziehung des Reifenverschleißes in die Überwachungsmechanismen erheblich erhöht.

[0015] Nach Fig. 1 (Variante 1) werden zur Abschätzung der am Fahrzeugreifen umgesetzten Energie in einer entsprechenden Funktionseinheit 1 aus einer symbolisch dargestellten Quelle (Funktionseinheit 2) Vorgaben über Fahrzeugparameter, wie Masse etc., zugeführt. "3" symbolisiert die Vorgabe von Reifenparametern, wie Rollreibung etc.. Außerdem werden in dem speziellen Beispiel nach Fig. 1 der Funktionseinheit 1 Angaben über den aktuellen Reifendruck zugeführt, der unter Berücksichtigung der momentanen, mit einem Thermometer 4 gemessenen Außentemperatur ermittelt wird; zu geringer Reifendruck lässt sich z. B. mit Hilfe eines sog. DDS-Messverfahrens (Deflation Detection System) (Funktionsblock 5) ermitteln, bei dem alle Informationen zur Reifendruckbestimmung ausschließlich aus dem Drehverhalten der einzelnen Fahrzeugräder ableitet werden.

[0016] Der Reifendruck (Reifeninnendruck) ist auch eine Eingangsgröße eines Reifenverschleiß-Kennfeldes 6.

[0017] In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 werden als fahrdynamische Größen Radumfangsgeschwindigkeiten, die sich mit herkömmlichen Radsensoren ermitteln lassen, sowie Angaben über den Lenkradwinkel, die Gierrate und die Querbeschleunigung des Fahrzeugs erfasst und ausgewertet. Durch Berücksichtigung dieser Messgrößen lässt sich die Genauigkeit der Bestimmung von Zustandsgrößen der Querdynamik (Kurvenfahrt) erheblich verbessern. Solche Daten stehen z. B. in einem herkömmlichen ESP-System (Elektronischen Stabilitätsprogramm) als Eingangsgrößen ohnehin zur Verfügung.

[0018] Aus den Daten, die ein Funktionsblock 7 liefert, wird der Fahrzustand des Fahrzeug, symbolisiert durch die Funktionseinheit 8, ermittelt; der Fahrzustand lässt wiederum Rückschlüsse auf den Reifenschlupf zu (längs und quer), symbolisiert durch einen Block 9. Der Reifenschlupf (9) wird ebenso wie der Reifendruck (5) und die vorgegebenen Fahrzeugparameter (2) und Reifenparameter (3) zur Schätzung der am Reifen umgesetzten Energie (1) herangezogen.

[0019] Mit den in der elektronischen Einheit 2 abgelegten Fahrzeugparametern; wie Radstand, Spurweite, Schwerpunktlage, Masse, aerodynamische Kennwerte, Bremskraftverteilung, Antriebsart usw., sowie mit den ermittelten Fahrzustandsgrößen (8) und Reifenschlupfwerten (9) werden nach bekannten Verfahren und Algorithmen (Bewegungsgleichungen von Fahrzeug und Rädern) die Längs- und Seitenkräfte an den einzelnen Reifen geschätzt und zu Energiegrößen aufintegriert. Abgelegte Informationen zur Kinematik und Elastokinematik der Radaufhängungen ermöglichen

die Schätzung wichtiger Größen, wie Spur und Sturz; ihr Einfluß wird in die Schätzung der Seitenkräfte einbezogen.

[0020] Die zusätzlich in der elektronischen Einheit 6 abgelegten Reifenparameter (3), wie Rollreibungsbeiwert etc., verbessern die Ergebnisse.

[0021] Die Bestimmung zu geringem Reifeninnendruck mit Hilfe einer Umgebungstemperatur-Messung (4) und eines Verfahrens (DDS), das auf der Auswertung von Radumfangsgeschwindigkeiten und des Fahrzustandes beruht, ermöglicht die Schätzung weiterer Energieanteile, die Einfluss auf den Reifenverschleiß haben.

[0022] Aus den in der elektronischen Einheit 6 abgelegten Reifenverschleiß-Kennfeldern, die Materialeigenschaften repräsentieren, wird in Abhängigkeit von den am Reifen umgesetzten Energien (längs und quer) für jeden Reifen eine Verschleißgröße ermittelt und in dem Speicher 10 so abgespeichert, daß die Werte auch in der Ruhephase des Fahrzeugs nicht verloren gehen.

[0023] Wird eine vorgegebene Verschleißschwelle überschritten, wird schließlich in einer Funktionseinheit 11 ein Hinweis- oder Warnsignal ausgegeben.

[0024] Nach Variante 2 (Fig. 2) werden wiederum die Umfangsgeschwindigkeiten der Räder gemessen, aus denen der Fahrzustand (z. B. Beschleunigung, Bremsen, Kurvenfahrt) ermittelt sowie der Reifenschlupf geschätzt werden. Die Messung weiterer Größen wie Lenkradwinkel, Gierate, Querbearbeitung verbessern die Genauigkeit der Bestimmung von Zustandsgrößen der Querdynamik (Kurvenfahrt).

[0025] Auch wird nach Fig. 2 der Reifendruck mit Hilfe eines Drucksensors 5a, der im Reifen installiert sein kann, gemessen und über eine nicht dargestellte Sende- und Empfangseinrichtung zu einer Auswerteeinheit 14, in der die am Reifen umgesetzte Energie ermittelt wird, weitergeleitet. Solche Druck-Messvorrichtungen (5a) sind in vielen Fahrzeugen ohnehin vorhanden, so dass es zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens keines nennenswerten zusätzlichen Aufwandes bedarf.

[0026] Mit den in der elektronischen Einheit 2 abgelegten Fahrzeugparametern, wie Radstand, Spurweite, Schwerpunkt, Masse, aerodynamische Kennwerte, Bremskraftverteilung, Antriebsart usw., sowie mit den in 8, 9 ermittelten Fahrzustandsgrößen und Reifenschlupfwerten werden in der Funktionseinheit 13 nach den bekannten Algorithmen (Bewegungsgleichungen von Fahrzeug und Rädern) die Längs- und Seitenkräfte an den einzelnen Reifen geschätzt und zu Energiegrößen aufintegriert. Abgelegte Informationen zur Kinematik und Elastokinematik der Radaufhängungen ermöglichen die Schätzung wichtiger Größen, wie Spur und Sturz; ihr Einfluß wird in die Schätzung der Seitenkräfte einbezogen.

[0027] Zusätzlich in der elektronischen Einheit 3 abgelegte Reifenparameter, wie z. B. Rollreibungsbeiwert, verbessern die Ergebnisse.

[0028] Nach Fig. 3 wird ein System eingesetzt, das in diesem Beispiel mit SWT-Sensoren (Funktionseinheit 12) ausgerüstet ist, die unmittelbar die am Reifen auftretenden Längs- und Querkräfte erfassen. Anstelle der SWT-Sensoren könnten grundsätzlich auch andere geeignete Kraftmess-einrichtungen verwendet werden. Die Ausgangssignale der SWT-Sensoren (12) werden unmittelbar zur Schätzung der am Reifen umgesetzten Energie einer entsprechenden Funktionseinheit 15 zugeführt.

[0029] Diese Art der Messung verbessert auch die Genauigkeit der Bestimmung von Zustandsgrößen der Längs- und Querdynamik. Am Reifen codierte Informationen (13), die elektronisch gelesen werden, ermöglichen die Auswahl der den Reifen am besten beschreibenden Verschleiß-Kennfel-

der; dies ist in Fig. 3 durch den von der Funktionseinheit 13 zu der Einheit 6 wesenden Pfeil angedeutet.

[0030] Die Bestimmung zu geringem Reifeninnendruck (5) mit Hilfe einer Umgebungstemperatur-Messung (4) und eines Verfahrens (DDS), das auf der Auswertung von Radumfangsgeschwindigkeiten und Fahrzustand (8) beruht; ermöglicht die Schätzung weiterer Energieanteile, die Einfluss auf den Reifenverschleiß haben.

[0031] Schließlich ist in Fig. 4 noch eine Variante 4 dargestellt, nach der die eingelesenen, am Reifen codierten Reifenparameter, symbolisiert durch die Funktionseinheit 13, zusammen mit Reifendruckmesswerten, die in einer Einheit 16 erfasst werden, und mit Reifenkraft-Messwerten, welche SWT-Sensoren (12) oder andere Kraftmesseinrichtungen liefern, zur Schätzung der am Reifen umgesetzten Energie einer Funktionseinheit 15' zugeführt werden. Die Weiterverarbeitung der Informationen bis zur Auslösung eines Hinweis- oder Warnsignals (11) beim Überschreiten der Verschleißschwelle erfolgt in der bereits zuvor an Hand der Fig. 1 beschriebenen Weise.

[0032] Der Reifendruck (16) wird ebenfalls gemessen und zur Schätzung weiterer Energieanteile (in 15), die Einfluss auf den Reifenverschleiß haben, herangezogen.

[0033] Aus den in der elektronischen Einheit 6 abgelegten Reifenverschleiß-Kennfeldern wird in Abhängigkeit von den am Reifen umgesetzten Energien für jeden Reifen eine Verschleißgröße ermittelt und in der zuvor beschriebenen Weise im Speicher 10 abgelegt. Am Reifen codierte Informationen (13), die elektronisch gelesen werden, ermöglichen die Auswahl der den Reifen am besten beschreibenden Verschleiß-Kennfelder (6).

[0034] Der Reifenzustand oder der Reifenverschleiß werden zumindest bei relativ wenig benutzten Reifen auch von dem Alter der Reifen wesentlich beeinflusst. Bekanntlich versprödet der Reifengummi. Es kann daher zweckmäßig sein, bei der Verschleißerfassung, z. B. in der Einheit 6 oder im Anschluss an die Verarbeitung der Daten in der Einheit 6, Alterungskomponente in die Berechnungen einzubeziehen, die zu einem entsprechend früherem Erreichen der Verschleißschwelle führen im Vergleich zu Systemen, die auf das Erfassen des Reifenalters verzichten; in den beigelegten Abbildungen ist dieser Schritt der Einfachheit nicht berücksichtigt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen oder Abschätzen von Reifenabnutzung oder Reifenverschleiß, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Fahrzeugbetriebs fahrdynamische Größen und andere die Reifenabnutzung beeinflussende Messgrößen und/oder Schätzgrößen erfasst und aus diesen Näherungswerte für die Abnutzung der Reifen errechnet werden, dass die errechneten und/oder gemessenen, die Reifenabnutzung wiedergebenden Größen und Daten gespeichert und zur Erkennung oder Abschätzung des Reifenzustandes oder des Reifenverschleißes ausgewertet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Reifenabnutzung beeinflussenden Messgrößen und/oder Schätzgrößen während des Fahrzeugbetriebes ständig oder in für die Reifenabnutzung repräsentativen Zeitintervallen erfasst und ausgewertet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, für Fahrzeuge mit einem elektronischen Fahrzeug-Regelungssystemen, wie ABS, ESP, Fahrwerk-Regelung etc., dadurch gekennzeichnet, dass als fahrdynamische Messgrößen Von dem Fahrzeug-Regelungssystem ermittelte Rege-

lungs-Eingangsgroßen, ausschließlich oder zusammen mit zusätzlichen Messgrößen, wie Außentemperatur, Reifendruck etc., zur Erfassung des Reifenzustandes oder der Reifenabnutzung bzw. des Reifenverschleißes herangezogen werden.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als fahrdynamische Messgrößen die Radumfangsgeschwindigkeiten der einzelnen Fahrzeugräder, daraus abgeleitete Größen, wie Beschleunigung, Reibwert. etc., zur Ermittlung oder Abschätzung der Reifenabnutzung und des Reifenverschleißes herangezogen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich der Lenkradwinkel, die Gierrate, die Querbeschleunigung des Fahrzeugs, und zwar eine Kategorie oder mehrere Kategorien dieser Daten, zur Berechnung der Reifenabnutzung herangezogen werden.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die fahrdynamischen Messgrößen zur Berechnung oder Abschätzung der am Reifen umgesetzten Energie herangezogen werden, woraus unter Berücksichtigung von vorgegebenen Fahrzeugparametern (Masse etc.), ggf. unter Berücksichtigung der Außentemperatur, des Reifendrucks etc., unter Einbeziehung von Reifenverschleiß-Kennfeldern auf die Reifenabnutzung geschlossen wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Drehverhalten der einzelnen Räder der Fahrzustand des Fahrzeugs (Beschleunigung, Verzögerung, Bremsbetätigung, Kurvenfahrt etc.), der auf den Reifenschlupf schließen lässt, ermittelt und zur Abschätzung der am Reifen umgesetzten Energie (längs und quer) herangezogen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der aktuelle Fahrzustand des Fahrzeugs zur Ermittlung des Reifendrucks ausgewertet wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die an den einzelnen Reifen auftretenden Reifenkräfte (längs und quer) mit Hilfe von Kraftmesseinrichtungen, z. B. mit Hilfe von SWT-Sensoren (Side-Wall-Torsion-Sensoren), erfasst und zur Berechnung oder Schätzung der am Reifen umgesetzten Energie (längs und quer), ausschließlich oder zusammen mit zusätzlichen Messgrößen, wie Raddrehverhalten, Außentemperatur etc., herangezogen werden.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die errechneten oder geschätzten Werte der am Reifen umgesetzten Energie mit Hilfe von Reifenverschleiß-Kennfeldern bewertet und zur Ermittlung oder zum Abschätzen des aktuellen Reifenzustandes bzw. Reifenverschleißes gespeichert werden.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hinweis- oder Warnsignal ausgegeben wird, wenn der Speicherwert des Reifenverschleißes eine vorgegebene Verschleiß-Kennschwelle überschreitet.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass diese als Zusatzeinrichtung oder Erweiterung eines herkömmlichen Kraftfahrzeug-Regelungssystems, wie ABS, ESP, Fahrwerk-Regelung etc., ausgestaltet ist und im wesentlichen die Eingangsgrößen des Regelungssystems, welche die Reifenbeanspruchung und Reifenabnutzung wiedergeben,

zur Schätzung der am Reifen umgesetzten Energie erfasst, ausgewertet und speichert.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass diese zusätzlich die Außentemperatur und/oder den Reifendruck der einzelnen Fahrzeugreifen erfasst und in die Berechnung oder Abschätzung der Reifenabnutzung einbezieht.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

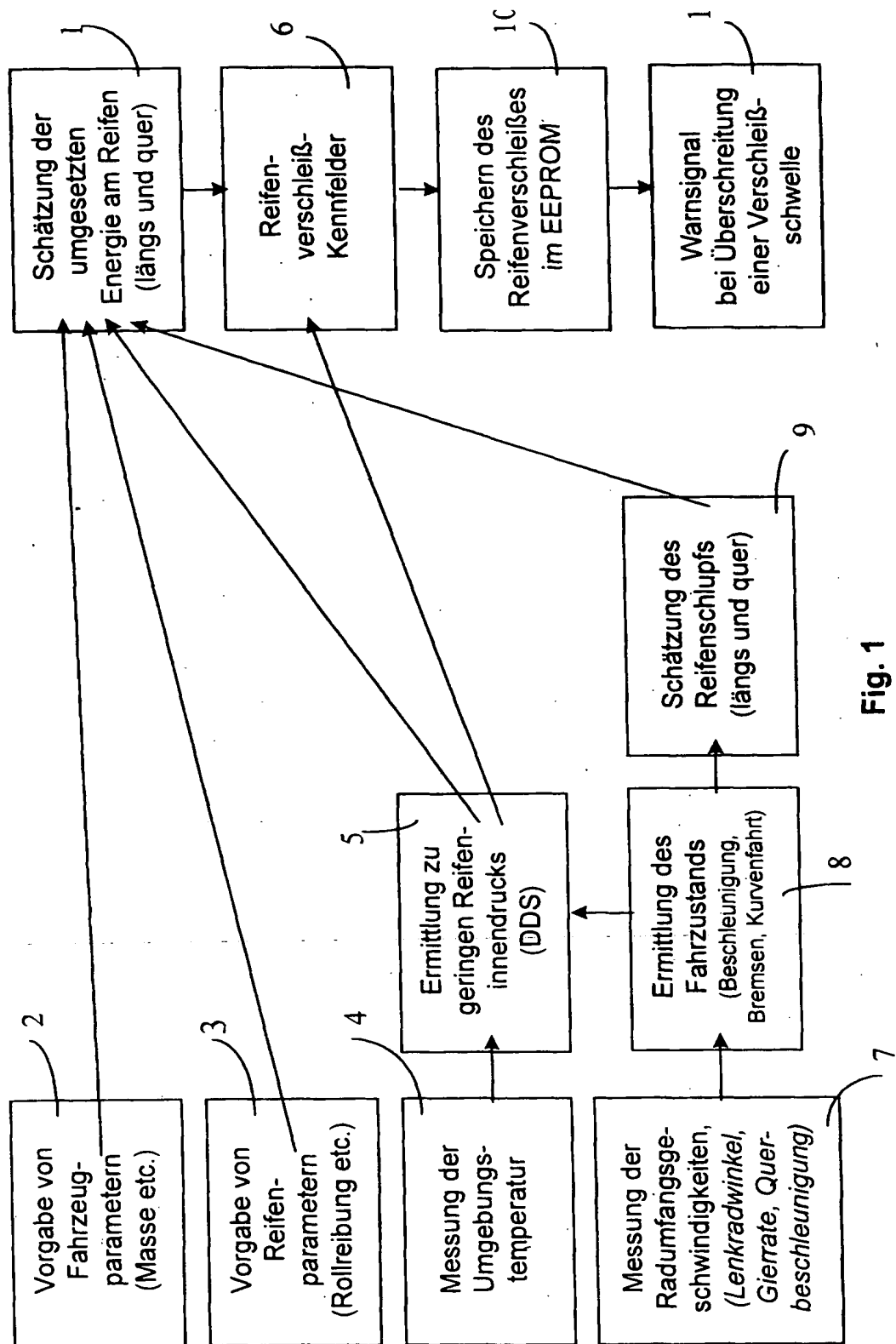


Fig. 1

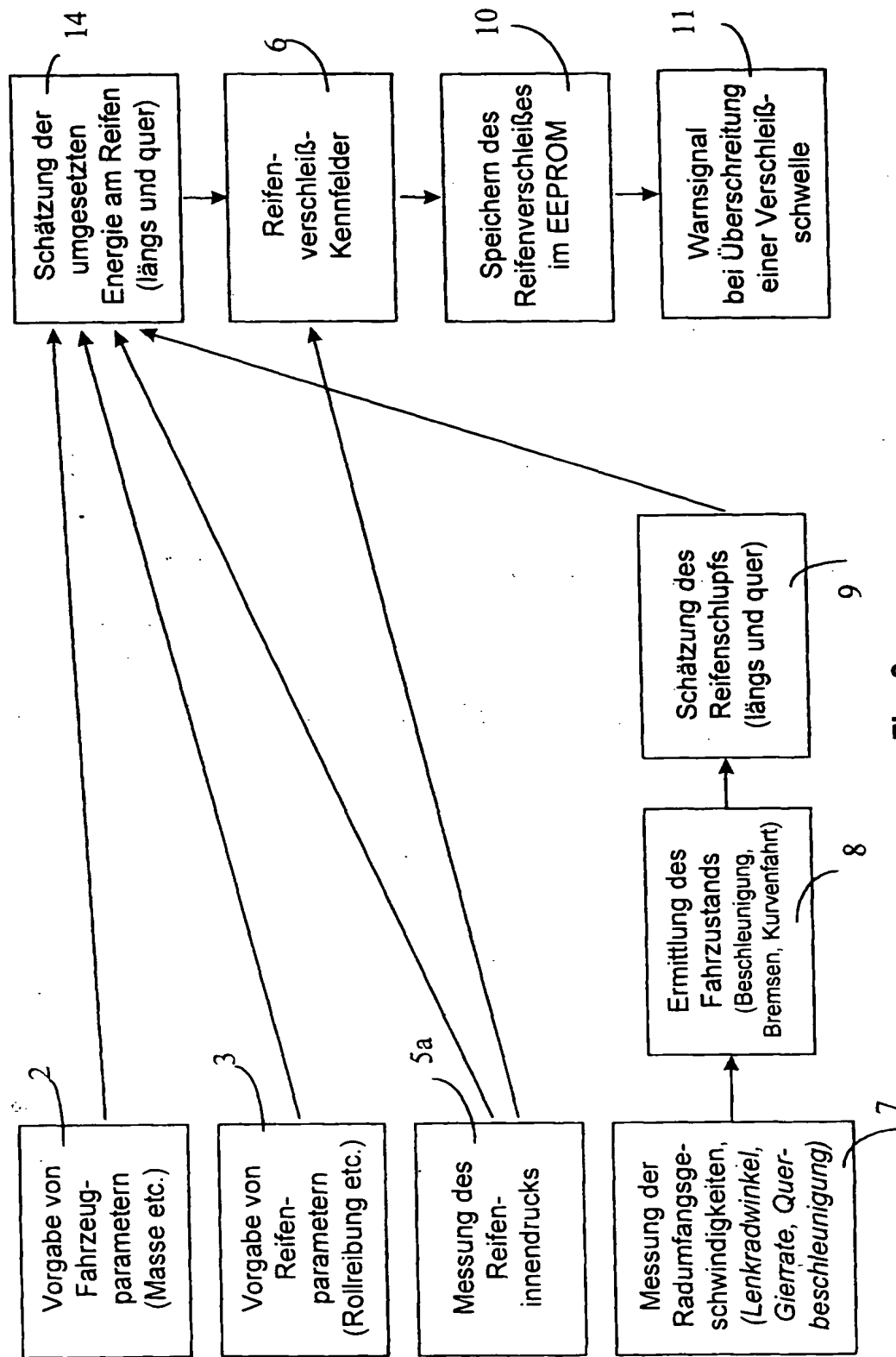


Fig. 2

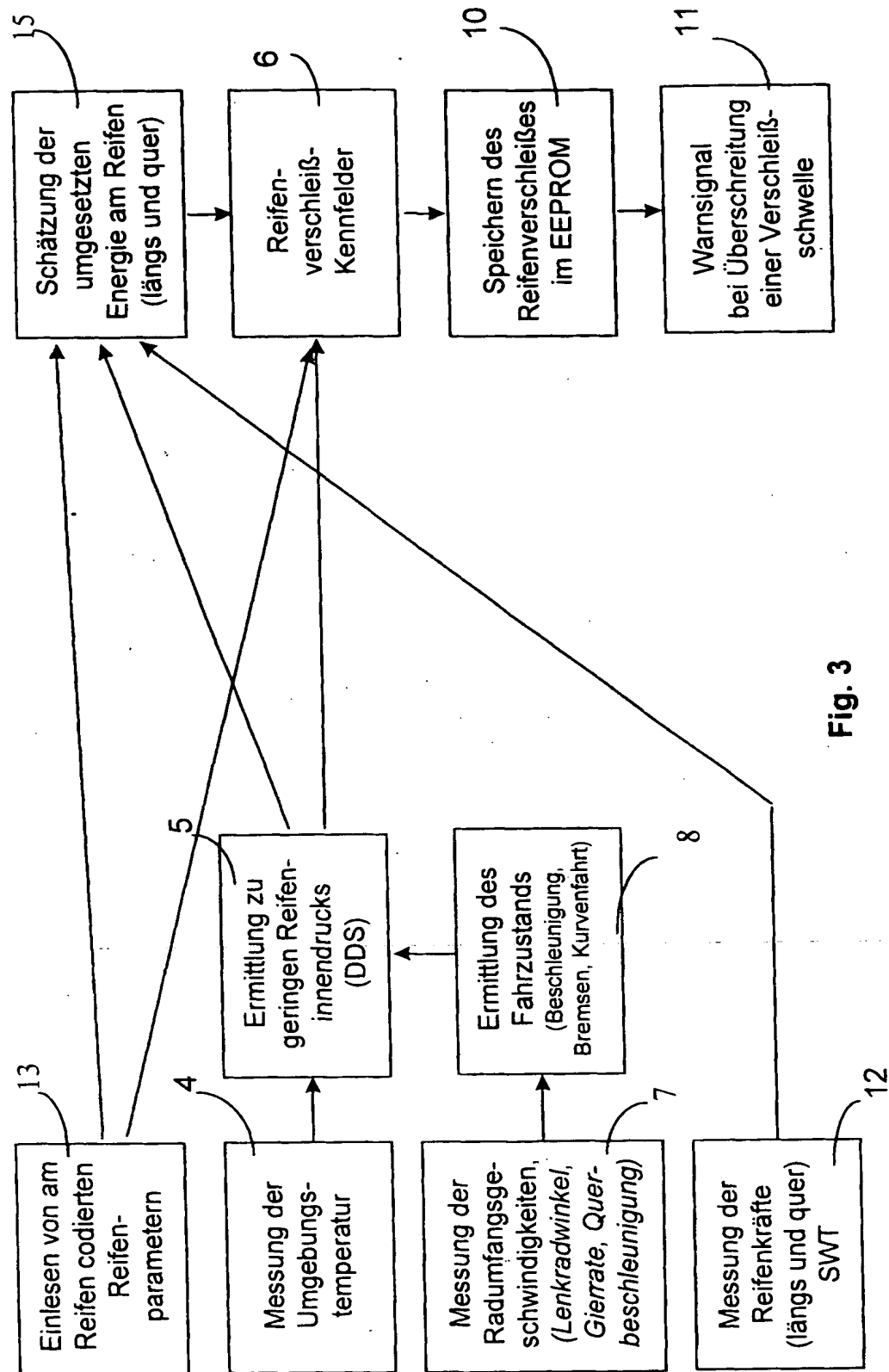


Fig. 3

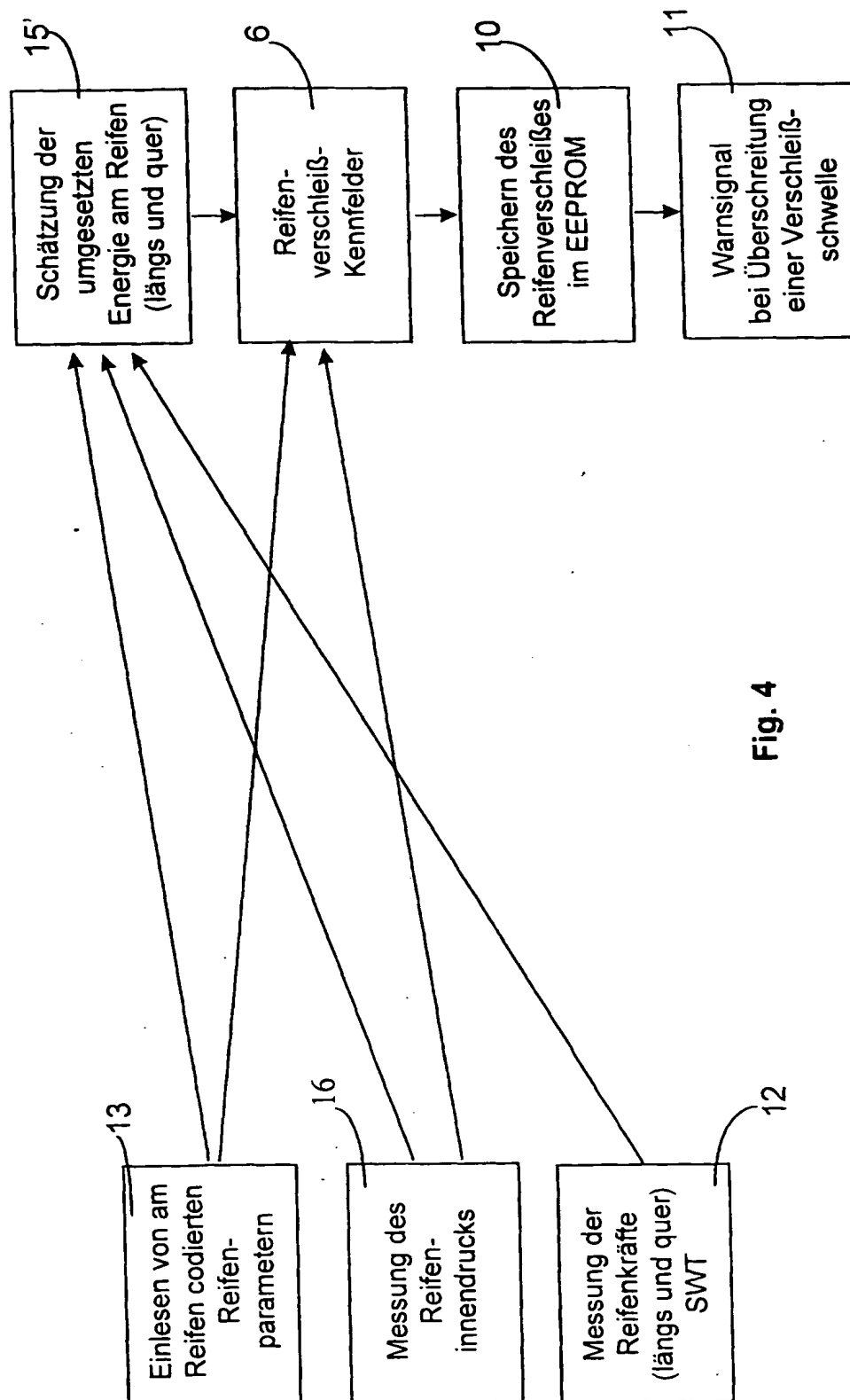


Fig. 4